

(51) Int.Cl.<sup>3</sup>

G 06 F 15/18

G 06 G 7/60

識別記号

府内整理番号

8945-5L

7368-5B

F I

技術表示箇所

## 審査請求 未請求 請求項の数7(全 10 頁)

(21)出願番号 特願平2-413863

(22)出願日 平成2年(1990)12月20日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 都築 裕之

神奈川県川崎市中原区上小田中1015 富士  
通株式会社内

(74)代理人 弁理士 本間 崇

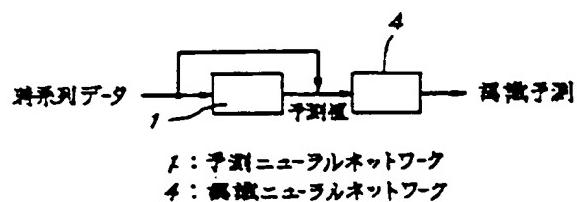
## (54)【発明の名称】 時系列データの予測及び予測認識方法

## (57)【要約】

【目的】 本発明は時系列データの予測及び該予測されたデータを用いた予測認識方法に関し、時系列データを発生する対象の理論的な分析、および数式的な記述ができる場合にも、効果的にその時系列データの予測及び予測結果の認識を行ない得る方法を提供することを目的とする。

【構成】 ニューラルネットワークに、学習用の時系列データと該時系列データに対する出力データとを与えて予め学習を行なわせておき、該ニューラルネットワークを用いて、入力される時系列データの任意の時間先のデータを予測させると共に、さらに該予測値を用いて認識用のニューラルネットワークに時系列データの予測認識を行なわせるように構成する。

本発明の第五の原理構成図



2

(近い) 未来の状態が予測できたならば、先取りして制御が行なえ、もし、装置異常がある場合でも早期に検出が可能となる。

#### 【0003】

【従来の技術】従来、目的とする対象（例えば、「制御対象」等）から得られた時系列データにより近い将来に生じる状態を予測しようとする場合には、該対象の取扱いに習熟した熟練者の経験にたよるか、また可能な場合には統計的または確率的な手法により分析を行ない予測するか、さらには得られた時系列データを適当な近似関数により線形近似して予測するなどの方法が用いられていた。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】一般に時系列データの予測には、理論式に記述出来ない場合が多い。例えば、プラントの制御の場合には、プラント設備の持っているパラメータや時定数の測定が困難であったり、外乱が大きいことから熟練者による制御に頼らざるを得ない場合が多く、信頼性の面で問題が多かった。

- 20 【0005】本発明は上記問題点に鑑みされたものであり、時系列データを発生する対象について理論的な分析及び数式的な記述が出来ない場合にも、効果的にその時系列データの未来値の予測及び認識を行ない得る方法を提供することを目的とする。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明によれば上述の目的は前記特許請求の範囲に記載した手段により達成される。

- 30 【0007】すなわち、請求項1記載の発明については、ニューラルネットワークに、学習用の時系列データと該時系列データに対する出力データとを与えて予め学習を行なわせておき、上記ニューラルネットワークを用いて、入力される時系列データの任意の時間先のデータを予測させる時系列データの予測認識方法である。

【0008】また、請求項2記載の発明については、請求項1記載のニューラルネットワークを複数個用いて、入力される時系列データに対する複数の異なる単位時間先のデータを出力させ未来の任意の時間帯のデータ予測を行なう時系列データの予測方法である。

- 40 【0009】さらに、請求項3記載の発明については、請求項1記載のニューラルネットワークを1単位時間先のデータを予測するニューラルネットワークとし、該ニューラルネットワークを複数個用いると共に、各ニューラルネットワークは、より早い時間先のデータを予測するニューラルネットワークの予測値を使用して次の時間のデータを予測する時系列データの予測方法である。

【0010】請求項4記載の発明については、請求項1記載のニューラルネットワークに学習を行なわせる際に、時系列データの増加に伴い学習パターンデータの内容を増加させる時系列データの学習方法である。

#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ニューラルネットワークに、学習用の時系列データと該時系列データに対する出力データとを与えて予め学習を行なわせておき、上記ニューラルネットワークを用いて、入力される時系列データの任意の時間先のデータを予測させることを特徴とする時系列データの予測方法。

【請求項2】 請求項1記載のニューラルネットワークを複数個用いて、入力される時系列データに対する複数の異なる単位時間先のデータを出力させ未来の任意の時間帯のデータ予測を行なうことを特徴とする時系列データの予測方法。

【請求項3】 請求項1記載のニューラルネットワークを1単位時間先のデータを予測するニューラルネットワークとし、該ニューラルネットワークを複数個用いると共に、各ニューラルネットワークは、より早い時間先のデータを予測するニューラルネットワークの予測値を使用して次の時間のデータを予測することを特徴とする時系列データの予測方法。

【請求項4】 請求項1記載のニューラルネットワークに学習を行なわせる際に、時系列データの増加に伴い学習パターンデータの内容を増加させることを特徴とする時系列データの学習方法。

【請求項5】 請求項1、2又は3記載の方法を用いて、時系列データの任意の時間先のデータを予測させると共に、さらに該予測値を用いて認識用のニューラルネットワークに時系列データのパターン認識予測を行なわせることを特徴とする時系列データの予測認識方法。

【請求項6】 請求項5記載の認識用のニューラルネットワークを複数個用いて、入力される時系列データに対する将来の任意の時間帯のパターン認識予測を行なうことを特徴とする時系列データの予測認識方法。

【請求項7】 請求項6記載の方法により得られた認識予測結果に対して、さらに総合判定用のニューラルネットワークを用いてパターン認識を行なわせ最終の判定結果を得ることを特徴とする時系列データの予測認識方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ニューラルネットワークを用いて時系列データ又はパターンデータの未来値の予測を行なう方法及び該予測を行なった結果からのパターン認識を行なう方法に関する。

【0002】時系列データは、株価、為替、先物取引といった金融データ、工場・プラントにおけるセンサ信号、電力消費量、道路の交通量など、日常的に多く使用されている。そして、それらの時系列データから(近い) 将来の値(状態)を予測する技術が必要とされている。例えば、プラント設備に取りつけられたセンサからの信号からプラント制御を行なう場合には、プラントの

40

50 【0009】さらに、請求項3記載の発明については、請求項1記載のニューラルネットワークを1単位時間先のデータを予測するニューラルネットワークとし、該ニューラルネットワークを複数個用いると共に、各ニューラルネットワークは、より早い時間先のデータを予測するニューラルネットワークの予測値を使用して次の時間のデータを予測する時系列データの予測方法である。

【0010】請求項4記載の発明については、請求項1記載のニューラルネットワークに学習を行なわせる際に、時系列データの増加に伴い学習パターンデータの内容を増加させる時系列データの学習方法である。

【0011】請求項5記載の発明については、請求項1、2又は3記載の方法を用いて、時系列データの任意の時間先のデータを予測させると共に、さらに該予測値を用いてニューラルネットワークに時系列データのパターン認識予測を行なわせる認識ネットワークを用いた時系列データの予測認識方法である。

【0012】請求項6記載の発明については、請求項5記載の認識ネットワークを複数個用いて、入力される時系列データに対する将来の任意の時間帯のパターン認識予測を行なう時系列データの予測認識方法である。

【0013】請求項7記載の発明については、請求項6記載の方法により得られた認識予測結果に対して、さらに総合判定用のニューラルネットワークを用いてパターン認識を行なわせて最終の判定結果を得る時系列データの予測認識方法である。

【0014】以下、図を用いて、本発明で用いた手段について説明する。

【0015】すなわち、図1は本発明の第一の原理構成図を示しており、特許請求の範囲の請求項1記載の発明に対応し、予め学習を完了したニューラルネットワーク1に時系列データを入力し、任意の時間先の予測値を出力させるものである。

【0016】また、この場合に、予測値に影響を与える他の有効なデータがある場合には、それを与えることができる。

【0017】また、図2は本発明の第二の原理構成図を示しており、特許請求の範囲の請求項2記載の発明に対応し、図1に示した任意の時間先の時系列データを予測するニューラルネットワークを複数個(1<sub>1</sub>～1<sub>n</sub>)用意し任意の時間帯の予測を行なう。

【0018】図3は本発明の第三の原理構成図であり、特許請求の範囲の請求項3記載の発明に対応し、ニューラルネットワーク2<sub>1</sub>～2<sub>m</sub>は入力される時系列データの1単位時間先のデータを予測するものであり、各ニューラルネットワークは前段のニューラルネットワークの予測を使用してデータ予測を行なう。

【0019】図4は本発明の第四の原理構成図を示しており、特許請求の範囲の請求項4記載の発明に対応し、時系列データの増加に伴い学習パターンデータ3<sub>1</sub>～3<sub>m</sub>(パターンセット①～m)を増加させ、ニューラルネットワークに学習を行なわせる。

【0020】図5は本発明の第五の原理構成図を示しており、特許請求の範囲の請求項5記載の発明に対応し、予測用のニューラルネットワーク1からの予測値と時系列データを認識用のニューラルネットワーク4に入力し、時系列データの予測認識を行なう。

【0021】図6は本発明の第六の原理構成図を示しており、特許請求の範囲の請求項6記載の発明に対応し、i(i=1～n)時間先の予測を行なう複数のニューラルネットワーク1<sub>1</sub>～1<sub>n</sub>により得られた時系列データ

の予測値を用いて、複数の認識用のニューラルネットワーク5<sub>1</sub>～5<sub>n</sub>により任意の時間帯についての認識結果を得る。

【0022】図7は本発明の第七の原理構成図を示しており、特許請求の範囲の請求項7記載の発明に対応するものであり、図6で得られた個別の認識予測結果をさらにニューラルネットワーク6により認識を行ない総合的な判定結果を得るよう構成する。

【0023】

10 【作用】本発明では、時系列データの予測を予測のニューラルネットワークを用いて行ない、さらにその予測結果を用いて該ニューラルネットワークにパターン認識を行なわせることより、例えばプラントの制御の場合等に早期の異常検出や故障の予測を行なわせ得るものである。

【0024】以下、特許請求の範囲に記載した各請求項の発明につきその作用を説明する。

【0025】図8は、本発明の第一の動作原理説明図を示しており、特許請求の範囲の請求項1記載の発明に対応するものであり、複数のニューロン10で構成されるニューラルネットワーク(本例では3層構造)には、予め用意された学習用の時系列データの任意時間帯のデータを入力し、任意時間先の時系列データが outputされるように学習を行なわせておく。

【0026】そして、実際に時系列データの単位時間毎のサンプリング値をニューラルネットワークに入力することにより、所定の単位時間先の予測値を得る。なお、前述のごとく、ニューラルネットワークの入力には時系列データの他にも、予測値の精度を

30 【0027】図9は本発明の第二の動作原理説明図を示しており、特許請求の範囲の請求項2記載の発明に対応し、任意の時間先の時系列データの予測を行なうニューラルネットワークを複数個用意し(本図の例では、ニューラルネットワーク1<sub>1</sub>～1<sub>n</sub>を6個)、任意の時間帯を指定してデータの予測を行なうことができる。

【0028】この場合、ニューラルネットワークの個数については、所要の時間帯を構成する単位時間数に等しい個数分だけ用意し、それぞれのニューラルネットワークに、1単位時間先、2単位時間先、n単位時間先のデータを予測させる。従って、n個のニューラルネットワークを用意すれば、“n×単位時間”に等しい時間帯のデータの予測が可能となる。

【0029】図10は本発明に第三の動作原理説明図、図11は本発明の第四の動作原理説明図を示しており、それぞれ特許請求の範囲の請求項3記載の発明に対応するものである。

【0030】図9の例では、1～n単位時間先を予測するニューラルネットワークを複数個用意したが、図10では、1単位時間先を予測するニューラルネットワークをn個用意する(本図の例ではニューラルネットワーク

2<sub>1</sub>～2<sub>4</sub>を6個)。

【0031】そして、まず最初のニューラルネットワーク2<sub>1</sub>に時系列データを入力し、1単位時間先の予測値が得られる。次に、1単位時間ずれて時系列データと最初のニューラルネットワークの予測値を次のニューラルネットワーク2<sub>2</sub>に入力し、次の時間の予測値を得る。

【0032】以下、同様の処理を行ない、n時間帯のデータの予測を行なう。なお、この場合には、学習を行なうニューラルネットワークは1種類で済む。

【0033】これに対して、図11の場合には、入力ユニット数(入力時間帯)の異なる、1単位時間先を予測するニューラルネットワークをn個用意する(本図の例ではニューラルネットワーク7<sub>1</sub>～7<sub>n</sub>個)。

【0034】まず、最初のニューラルネットワーク7<sub>1</sub>に時系列データを入力し、1単位時間先の予測を行なうのは、図10の場合と同様であるが、次のニューラルネットワーク7<sub>2</sub>では、入力データとして、最初のニューラルネットワーク7<sub>1</sub>の1単位時間先の予測値も入力データに加える。

【0035】以下、同様の処理を繰り返す。この場合には、入力ユニット数の異なるニューラルネットワークをn個用意する必要がある。

【0036】また、特許請求の範囲の請求項4記載の発明については、通常ニューラルネットワークの学習(バックプロパゲーション法)では、1パターン毎に学習を行なう方法と全部のパターンを一度に学習する方法が一般的であるが、本発明では、学習するパターンを徐々に増加させる追加パターン学習法を使用している。本学習法は、最初1パターンまたは少数パターンで学習を開始し、その後学習が進むに従って、徐々に学習パターンを増加(追加)して学習を行なう。

【0037】一般に時系列データには類似のパターンが現われることが多く、本発明の追加パターン学習方法によれば、追加した学習パターンデータが過去に学習したパターンに類似している場合には学習を省略でき、また、過去に学習したパターンに近いパターンでは多くの学習時間を必要とせずに学習ができる。さらに、ニューラルネットワークの学習データを追加する場合でも、本追加パターン学習法では容易に学習ができる。

【0038】以上説明したように、本発明による時系列データの予測方法では、時系列データの予測をニューラルネットワークで行なうことを大きな特徴としており、数式による問題の記述が不要であり、数式で表現できない、あるいは表現が困難な問題に対してもニューラルネットワークの学習により時系列データの予測が可能である。そしてさらに、追加パターン学習法により、時系列データの学習が容易にできる。

【0039】次に、本発明による時系列データの予測認識方法についてその作用を説明する。

【0040】図12は本発明の第五の動作原理説明図で

あり、特許請求の範囲の請求項5及び6記載の発明に対応するものである。

【0041】すなわち、本例では前述した請求項1、2又は3記載の発明より時系列データの予測を行なった後に、該予測値を含む時系列データを順次に認識を行なう認識予測ニューラルネットワーク5<sub>1</sub>～5<sub>n</sub>に入力して行くことにより任意時間帯の認識予測を行なっている。

【0042】図13は本発明の第六の動作原理説明図であり、特許請求の範囲の請求項7記載の発明に対応するものである。

【0043】すなわち、本例では、図12での認識結果をさらに総合判定ニューラルネットワーク6で処理することにより認識率の向上を可能としている。

【0044】このように、本発明の時系列データの予測認識方法では、現在までの時系列データとマルチニューラルネットワークによる予測値と、認識予測を行なうマルチニューラルネットワークに入力し認識予測結果を得ると共に、さらに個々の認識予測結果を総合判定ニューラルネットワークに入力し、最終的な判定結果を得るようにもできる。

【0045】従って、ニューラルネットワークの細かな分業を行なうことにより個々のニューラルネットワークを比較的小規模にして、設計者に分り易いシステム構成とすることができる。

【0046】

【実施例】本発明の一実施例として、株価予測システムについて説明する。

【0047】図14は株価予測システムのハードウェア構成を示す図であり、該株価予測システムはパソコン本体1<sub>1</sub>、モニター1<sub>2</sub>、キーボード1<sub>3</sub>、マウス1<sub>4</sub>、および株価データを収集する電話回線とそのモdem1<sub>5</sub>から構成されている。

【0048】図15は、本株価予測システムで選択できるメニュー構成を示す図である。以下、メニューの構成について説明する。

【0049】・銘柄選択：電話回線より収集した株価データの銘柄(会社)の選択を行なう。

・初期化：予測する時間の設定を行なう。

・更新：ニューラルネットワークを構築し、学習範囲指定した後に学習に、学習を開始する。

・結果表示：学習中にニューラルネットワークが予測した値を表示する。

・認識：予測範囲(期間)を指定して、その間の予測をする。

・売買：予測結果をもとに、株の売買シミュレーションを行なう。

・評価：予測範囲中のニューラルネットワークの予測値と実績との差を統計的に分析する。

・終了：株価予測システムを終了する。

50 メニューの「売買」で本発明が適用されている。

7

【0050】一例として、株がある機関ある率で上昇した場合には「買い」、ある期間ある率で下落した場合には「売り」といった学習を認識予測ネットワークで学習を行ない、さらに総合判定ニューラルネットワークにより、その売買予測結果から現在の売買判定を行なっている。

【0051】また、図16は本実施例の認識結果の一例を示す図である。図中の番号1~6で示す破線部が予測データを示しており、実際のデータと良く一致していることが示されている。

#### 【0052】

【発明の効果】本発明の時系列データの予測方法によれば、ニューラルネットワークにより、時系列データの予測が行なうことができ、数式化が難しい問題（対象）に対して適用可能であると共に、マルチネットワークに予測方法によって、任意時間帯の予測が行なえる。そしてさらに追加パターン学習法により、時系列データの学習が容易に行なえる。

【0053】また、本発明の時系列データの予測認識方法によれば、ニューラルネットワークにより時系列データの予測を行なった結果から認識を行なうことができる。早期の認識あるいは検出が可能である。さらに、ニューラルネットワークの分業化により、小規模化が可能であり、学習時間の短縮が期待である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の原理構成図である。

【図2】本発明の第二の原理構成図である。

【図3】本発明の第三の原理構成図である。

【図4】本発明の第四の原理構成図である。

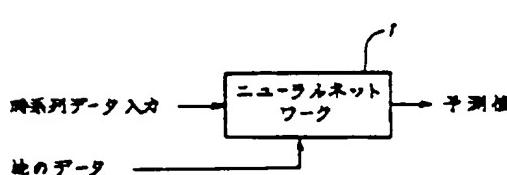
【図5】本発明の第五の原理構成図である。

【図6】本発明の第六の原理構成図である。

【図7】本発明の第七の原理構成図である。

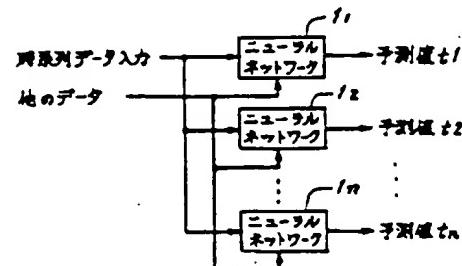
【図1】

本発明の第一の原理構成図



【図2】

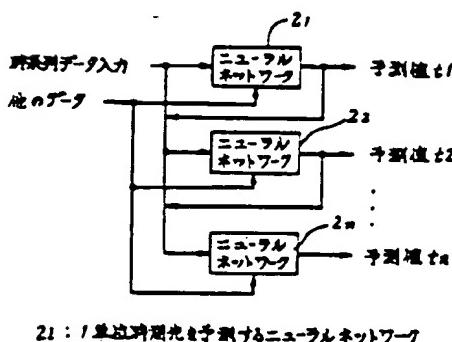
本発明の第二の原理構成図



注：i：i時間先を予測するニューラルネットワーク

【図3】

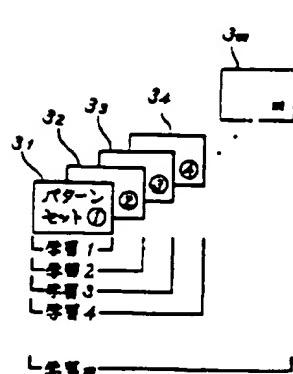
本発明の第三の原理構成図



21: 1箇所の将来を予測するニューラルネットワーク

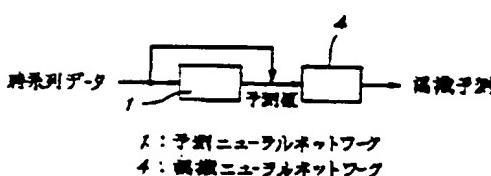
【図4】

本発明の第四の原理構成図



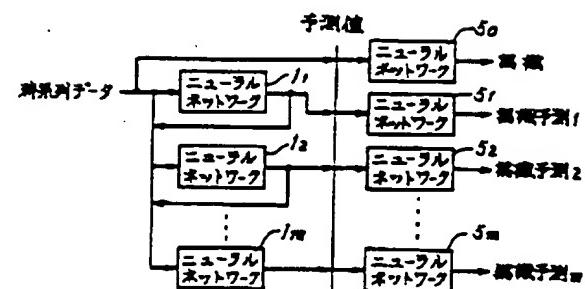
【図5】

本発明の第五の原理構成図

1: 予測ニューラルネットワーク  
4: 直接予測値

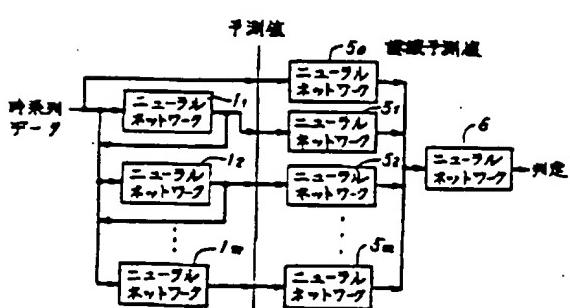
【図6】

本発明の第六の原理構成図

50: i時刻先の予測を行うニューラルネットワーク  
51: i時刻先の直接を行うニューラルネットワーク

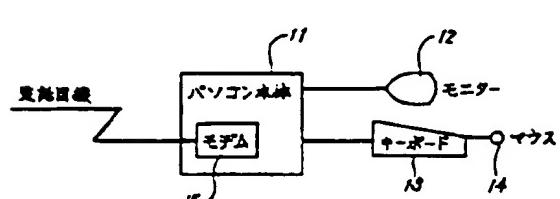
【図7】

本発明の第七の原理構成図

11: i時刻先の予測を行うニューラルネットワーク  
50: i時刻先の直接を行うニューラルネットワーク  
6: 直接予測結果から判定を行うニューラルネットワーク

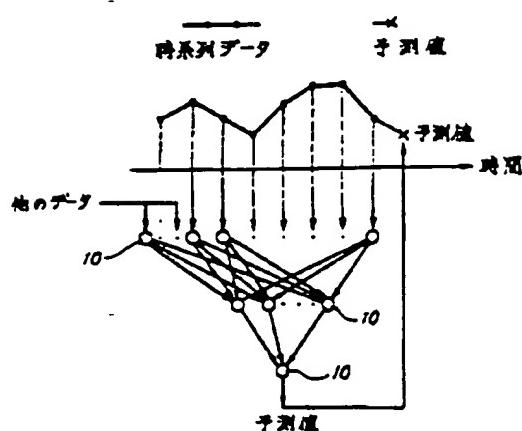
【図14】

本発明の一実施例なる検査子測システムのハードウェア構成を示す図



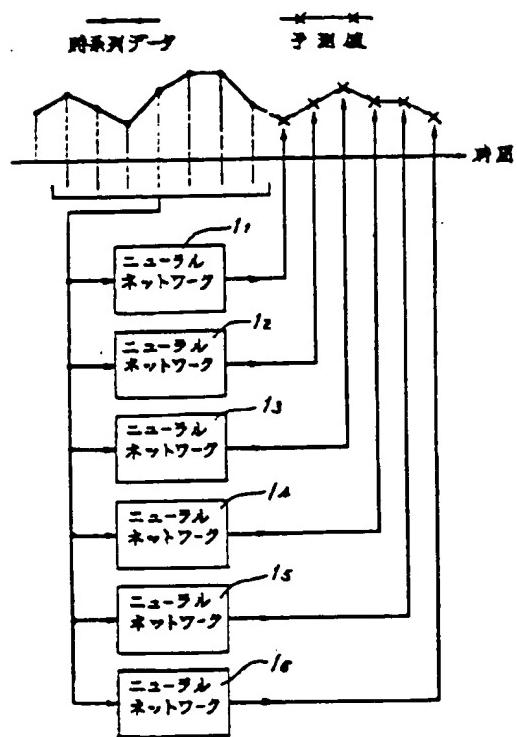
【図8】

本発明の第一の動作原理説明図



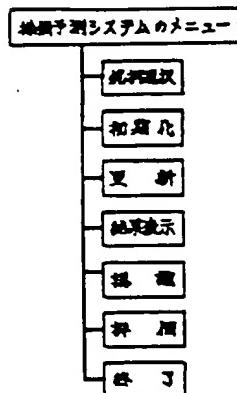
【図9】

本発明の第二の動作原理説明図

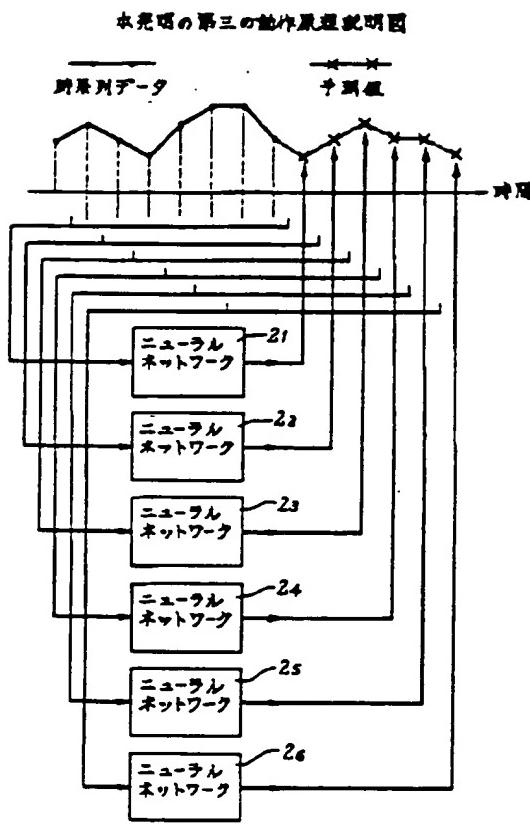


【図15】

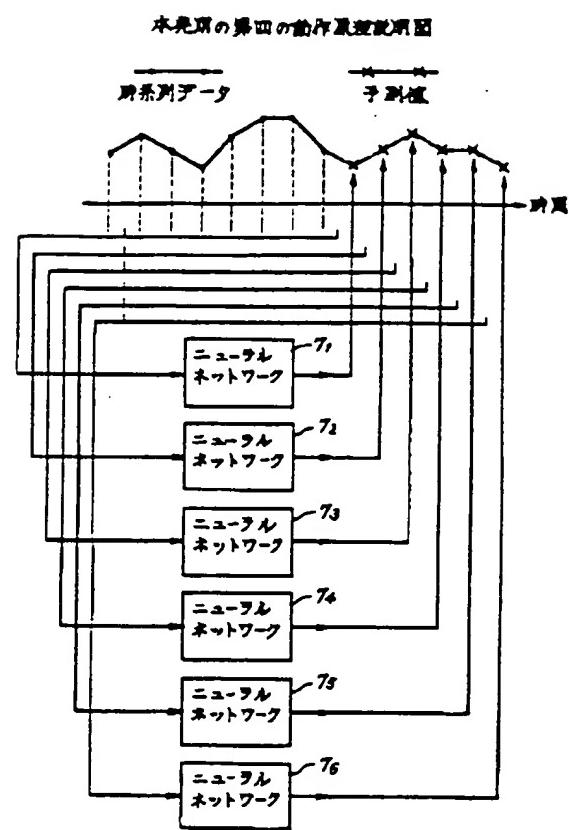
機械予測システムで選択できるメニュー構成を示す図



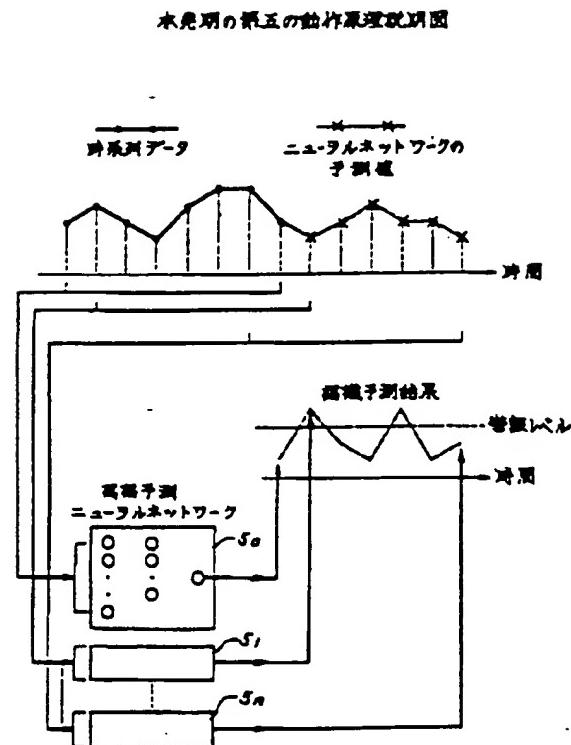
【図10】



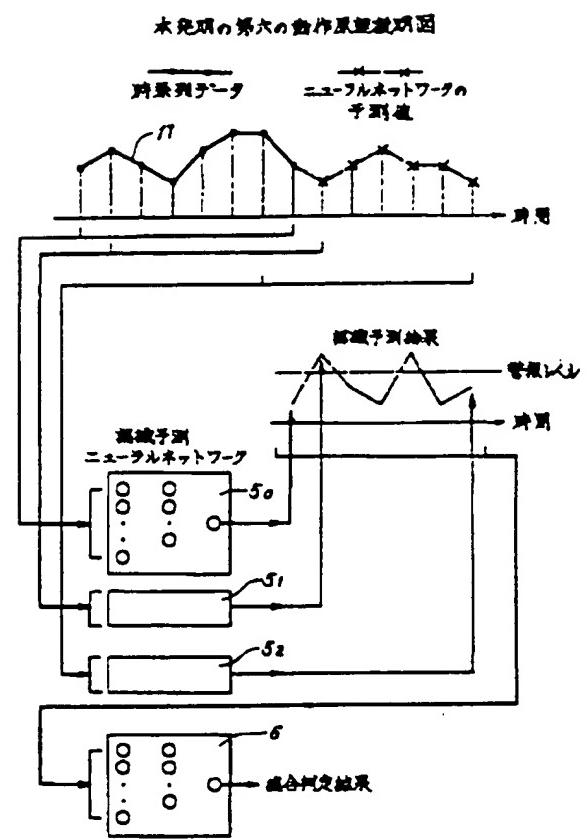
【図11】



【図12】



【図13】



【図16】

株価予測システムの実績予測結果の一例を示す図

